

NORMA DE DISTRIBUCIÓN

NO-DIS-MA-4501

TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN TIPO CASETA

FECHA: 2021/10/26

ÍNDICE

0.-	REVISIONES	1
1.-	OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	4
2.-	DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS.....	4
3.-	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	4
3.1.-	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	4
3.1.1.-	CONDICIONES AMBIENTALES	4
3.2.-	CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS	5
3.2.1.-	TENSIONES NOMINALES Y TENSIONES MÁXIMAS.....	5
3.2.2.-	POTENCIAS NOMINALES Y GRUPO DE CONEXIÓN.....	5
3.2.3.-	CALENTAMIENTO	5
3.2.4.-	NIVELES DE AISLAMIENTO	6
3.2.5.-	TOMAS PARA REGULACIÓN DE LA TENSIÓN.....	6
3.2.6.-	TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO	7
3.2.7.-	PÉRDIDAS, CORRIENTE EN VACÍO Y NIVELES DE RUIDO.....	7
3.2.8.-	APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS	8
3.3.-	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES.....	8
3.3.1.-	CALIDAD DE LOS MATERIALES	8
3.3.2.-	NÚCLEO Y ARROLLAMIENTOS	8
3.3.3.-	SISTEMA DE EXPANSIÓN DEL ACEITE AISLANTE	9
3.3.4.-	PASATAPAS	9
3.3.4.1.-	PASATAPAS DE ALTA TENSIÓN	9
3.3.4.2.-	PASATAPAS DE BAJA TENSIÓN	10
3.3.5.-	DESIGNACIÓN DE LOS BORNES	10
3.3.6.-	CUBA Y TAPA	11
3.3.7.-	ACEITE AISLANTE	11
3.3.8.-	ACCESORIOS.....	12
3.3.8.1.-	INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE	12
3.3.8.2.-	DISPOSITIVO DE LLENADO.....	12
3.3.8.3.-	DISPOSITIVO DE VACIADO Y TOMA DE MUESTRAS	12
3.3.8.4.-	VÁLVULAS DE ALIVIO DE SOBREPRESIÓN.....	13
3.3.8.5.-	DISPOSITIVO SENSOR DE TEMPERATURA.....	13
3.3.8.6.-	DISPOSITIVO DE ALOJAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA.....	13
3.3.8.7.-	TERMINALES DE PUESTA A TIERRA.....	14
3.3.8.8.-	RUEDAS PARA EL DESPLAZAMIENTO.....	14
3.3.8.9.-	SEÑALIZACIÓN DE NO CONTENIDO DE PCB	15
3.3.9.-	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES	15
3.3.9.1.-	DIMENSIONES MÁXIMAS	15
3.3.9.2.-	DISTANCIA ENTRE EJES DE PASATAPAS DE ALTA TENSIÓN	15
3.3.9.3.-	DISTANCIA ENTRE EJES DE PASATAPAS DE BAJA TENSIÓN	15
3.3.9.4.-	DISTANCIA MÍNIMA FASE-FASE Y FASE-TIERRA.....	16
3.3.10.-	TROPICALIZACIÓN, PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN Y COLOR DE PINTURA 16	
3.3.10.1.-	CINCADO.....	16
3.3.10.2.-	PINTURA.....	16
4.-	IDENTIFICACIÓN	17
5.-	ENSAYOS.....	18
5.1.-	ENSAYOS DE TIPO.....	19
5.1.1.-	ENSAYO DE CALENTAMIENTO	19

5.1.2.-	ENSAYO DE TENSIÓN DE IMPULSO TIPO RAYO NORMALIZADO	19
5.1.3.-	MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES	19
5.1.4.-	ENSAYOS DE CONTROL DE ESTANQUEIDAD Y DE RESISTENCIA A SOBREPRESIÓN Y A VACÍO	20
5.1.5.-	ENSAYO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE AISLANTE	21
5.1.6.-	ENSAYO DE CALIDAD DEL CINCADO (NO-DIS-MA-2205)	21
5.1.7.-	ENSAYOS DE LA PINTURA	21
5.1.8.-	MEDIDA DEL NIVEL DE RUIDO	21
5.1.9.-	VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS PRESENTADOS POR EL FABRICANTE	21
5.1.10.-	APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS	21
5.2.-	ENSAYOS DE RUTINA O INDIVIDUALES	22
5.2.1.-	MEDIDA DE LA RESISTENCIA ÓHMICA DE LOS ARROLLAMIENTOS EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDA A 75°C	22
5.2.2.-	MEDIDA DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN EN CADA TOMA Y VERIFICACIÓN DEL GRUPO DE CONEXIONES	22
5.2.3.-	MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS Y DE LA CORRIENTE EN VACÍO A TENSIÓN NOMINAL Y EN LA TOMA PRINCIPAL	22
5.2.4.-	MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS DEBIDAS A LA CARGA EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDAS A 75°C	22
5.2.5.-	MEDIDA DE LA TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDA A 75°C	22
5.2.6.-	ESTANQUEIDAD	22
5.2.7.-	ENSAYO DE TENSIÓN APLICADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL	22
5.2.8.-	ENSAYO DE TENSIÓN INDUCIDA	23
5.2.9.-	VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONMUTADOR DE TOMAS Y DE LOS ACCESORIOS	23
5.2.10.-	ENSAYOS DE ACEITE	23
5.2.11.-	VERIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE PINTURA (NO-DIS-MA-22.01)	23
5.2.12.-	CINCADO (NO-DIS-MA-2205)	23
5.2.13.-	RESISTENCIA DE LA AISLACIÓN	23
5.3.-	ENSAYOS DE RECEPCIÓN	24
5.4.-	ENSAYOS POSTERIORES AL TRANSPORTE	26
6.-	EMBALAJE PARTICULAR	27
7.-	CÓDIGOS UTE	27
8.-	NORMAS DE REFERENCIA	28
9.-	PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS	29
10.-	ANEXOS	35

0.- REVISIONES

A continuación se indican los cambios sustanciales respecto a la versión anterior, a título informativo y sin perjuicio de la vigencia de todo lo especificado en la presente norma.

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DE 23 DE MARZO DEL 2021	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
Varios	Agregar trafo 21/6.5 kV 1000 kVA Agregar trafo 15.75/6.3 kV 800 kVA
MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DE 10 DE JULIO DEL 2018	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.2.3	Informar valor del Pto. más Caliente
3.2.5	Nº1 del Conmutador será la menor relación de vueltas Conmutador soportará el 175% de la corriente con la menor relación
3.3.5	Pintar anillo en aislador del neutro
3.3.7	Valores Límites de los Ensayos de Aceite y se agrega norma de ref.
3.3.8.9	NO PCB será marcado, no se admite adhesivo
4	Estimar fecha de fin de garantía
5.1.5	Extraer muestra de aceite según Norma IEC 60475
5.2	Facilitar Protocolos de Rutina una semana antes
5.3	Posición del conmutador en los ensayos de Impulso y Calentamiento
8	Normas IEC 60422 y IEC 60475 son normas de referencia
9	Planilla de datos garantizados, Marca de NO PCB
MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DEL 24 DE ABRIL DEL 2017	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.3.9.4	<ul style="list-style-type: none"> Adecuación de distancias Fase-Fase y Fase-Tierra a normas IEC 60076-3 y 61936-1
MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DEL 02 DE AGOSTO DEL 2016	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.2.5	<ul style="list-style-type: none"> Eliminar obligatoriedad que tapa de conmutador sea roscada
3.3.2	<ul style="list-style-type: none"> Aceptar explícitamente núcleo amorfo

4	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte con respaldo firme de chapa de características
5.3	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar grupos de ensayo
MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DEL 08 DE AGOSTO DEL 2011	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
5	<ul style="list-style-type: none"> • Se agrega ensayo de medida de descargas parciales para transformadores con pasatapas tipo PE1S y PE2S.
MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DEL 01 DE JULIO DEL 2008	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
9	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de altura de los transformadores de 1000 y 2000 kVA.
MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DEL 15 DE NOVIEMBRE DEL 2007	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.3.8	<ul style="list-style-type: none"> • No entregar terminales enchufables del lado del cable
3.3.10	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de color de trafo de 30 kV
5	<ul style="list-style-type: none"> • Sacar ensayos especiales
Todos	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de formato
MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 02 DE OCTUBRE DEL 2004	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
7	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva especificación del aceite debido a cambio de norma IEC
12.3	<ul style="list-style-type: none"> • No es necesaria la medida de corriente por trafo para los ensayos de aplicada e inducida • Diferencia máxima entre medidas de resistencia de bobinados: 10%
12.4	<ul style="list-style-type: none"> • No es necesario registrar la resistencia de aislación al minuto, sólo verificar el valor • Ensayo de cortocircuito en recepción a uno por contrato, sólo si no fue hecho uno similar anteriormente • Muestreo por potencia
12.5	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar ensayo de relación posterior al transporte • Eliminar exigencia del valor de la resistencia de aislación en ensayos posteriores al transporte
MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 02 DE SETIEMBRE DEL 2001	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
3.2.- Clase de transformadores	<ul style="list-style-type: none"> • Se elimina el párrafo

4.1.- Tensión nominal y tensión máxima del equipamiento	<ul style="list-style-type: none"> Tensión máxima del equipamiento en BT cambió a 3.6 kV
4.5. - Tomas para la regulación de la tensión	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento del bloqueo sin necesidad de herramientas
6.5.- Cuba y tapa	<ul style="list-style-type: none"> Conexión entre la cuba y la tapa
7.- Aceite aislante	<ul style="list-style-type: none"> Contenido de PCB < 2 ppm
8.2.- Dispositivo de llenado	<ul style="list-style-type: none"> Colocar un filtro en el dispositivo
8.4.- Válvula de alivio de sobrepresión	<ul style="list-style-type: none"> Mejora en la especificación
8.11.- Dispositivo de fijación de descargadores	<ul style="list-style-type: none"> No se solicita el dispositivo
8.11.-Señalización de no contenido de PCB	<ul style="list-style-type: none"> Colocación de etiqueta en la tapa del transformador
12.- Ensayos	<ul style="list-style-type: none"> Información mínima a contener en los protocolos
12.3.- Ensayos de rutina	<ul style="list-style-type: none"> Medida de la resistencia óhmica en todos los puntos Hacer ensayos de tensión aplicada e inducida con amperímetros Agregar ensayos al aceite: contenido de agua, N° de neutralización, tensión interfásica y tgδ Procedimiento del ensayo de estanqueidad Agregar el ensayo de Preece a las piezas cincadas Agregar ensayo de resistencia de aislación
12.4.- Ensayos de recepción	<ul style="list-style-type: none"> Realizar ensayos de impulso sobre una muestra Realizar ensayo de cortocircuito sobre un transformador Inspección visual de la parte activa Muestreo de los ensayos de aceite Hacer cromatografía de gases para detección de PCB
12.5.- Ensayos posteriores al transporte	<ul style="list-style-type: none"> Realizar ensayos al llegar a los almacenes de UTE

1.- OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente Norma tiene por objeto establecer las características de los transformadores de potencia para la distribución de energía eléctrica en subestaciones y puestos de conexión con transformación, y los ensayos de tipo, rutina y recepción que deben satisfacer.

Esta Norma se aplica exclusivamente a transformadores trifásicos "tipo caseta", sumergidos en aceite aislante mineral, para instalación interior o exterior indistintamente, con dos arrollamientos, 50 Hz, servicio continuo, refrigeración natural (ONAN), tensión primaria máxima del equipamiento de 7,2 kV, 17,5 kV, 24 kV ó 36 kV y tensión secundaria máxima del equipamiento de 3,6 kV o 7,2kV.

2.- DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS

No aplica.

3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

En lo que respecta a las especificaciones que no se detallan a continuación, estos transformadores se ajustarán a lo dispuesto en las Normas IEC 60076.

3.1.1.- CONDICIONES AMBIENTALES

La atmósfera tiene una salinidad particularmente agresiva y característica de zonas costeras.

Pueden existir condiciones ambientales que provoquen condensación en superficies.

Los datos característicos serán los siguientes:

- Temperatura media diaria máxima: 30 °C
- Temperatura media anual máxima: 20 °C
- Temperatura máxima: 40 °C
- Temperatura mínima interior: -5 °C
- Temperatura mínima intemperie: -25 °C
- Humedad relativa ambiente máxima: 100 %
- Altitud menor a: 1.000 m
- Nivel cerámico: 45

3.2.- CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS

3.2.1.- TENSIONES NOMINALES Y TENSIONES MÁXIMAS

Los valores de la tensión nominal (U_n) de los arrollamientos y la tensión máxima del mismo (U_m) serán los establecidos en la tabla.

Tensión nominal (U_n) (kV)	Tensión máxima del equipamiento (U_m) (kV)
0,23	3,6
0,4	3,6
6,3	7,2
6,5	7,2
15	17,5
15,75	17,5
21,5	24
30,75	36

3.2.2.- POTENCIAS NOMINALES Y GRUPO DE CONEXIÓN

Las potencias nominales unitarias serán: 630, 800, 1000 y 2000 kVA.

El grupo de conexión será YNd11 para el trafo de 800 kVA y Dyn 11 para el resto.

Las conexiones internas para lograr estos grupos estarán de acuerdo con las Normas IEC 60076 e IEC 60616.

3.2.3.- CALENTAMIENTO

El valor máximo de los aumentos de temperatura del aceite en la parte superior del tanque y de los arrollamientos con respecto al ambiente, funcionando en forma permanente a potencia nominal, serán los especificados en la Norma IEC 60076-2:

- aceite en la parte superior del tanque: 60°C
- arrollamientos (valor promedio medido por resistencia): 65°C
- arrollamientos (punto más caliente calculado según IEC 60076-7): 78°C

El aumento de temperatura del punto más caliente o Hot Spot se calculará e informará a partir de los resultados del ensayo de calentamiento aplicando las fórmulas de la Norma IEC 60076-7 con un Factor de Hot Spot de 1.10 (en el caso de los transformadores de 21,5/6,5 kV y 15,75/6,3 kV el Factor de Hot Spot es 1.3):

$$\Delta\theta_{HS} = \Delta\theta_{TO} + 1.10 \times GradMax$$

Siendo:

$\Delta\theta_{HS}$ (°C) = Aumento de temperatura del punto más caliente sobre el ambiente

$\Delta\theta_{TO}$ (°C) = Aumento de temperatura del aceite en la parte superior del tanque sobre el ambiente medido en el ensayo de calentamiento

GradMax (°C) = Diferencia entre el aumento de temperatura promedio del arrollamiento sobre el ambiente y el aumento de temperatura del aceite promedio sobre el ambiente para el arrollamiento más caliente medido en el ensayo de calentamiento

3.2.4.- NIVELES DE AISLAMIENTO

Se cumplirá lo especificado en la Norma IEC 60076-3, teniendo en cuenta los valores de la tensión máxima del equipamiento (U_m) y los de la tensión soportada de los arrollamientos de alta y baja tensión, que figuran en la tabla.

Tensión máxima del equipamiento (U_m) (kVef)	Tensión soportada a frecuencia industrial, 1 min. (kVef)	Tensión soportada a impulso 1,2/50µs (kVcr)
3,6	10	20
7,2	20	60
17,5	38	95
24	50	125
36	70	170

3.2.5.- TOMAS PARA REGULACIÓN DE LA TENSIÓN

Todos los transformadores objeto de la presente norma estarán provistos de un dispositivo que permita variar la relación de transformación estando el transformador sin tensión.

Este dispositivo actuará sobre el arrollamiento de alta tensión. Su mando será de tipo rotativo, accesible desde el exterior y estará ubicado sobre la tapa del transformador. Para operarlo se deberá retirar una tapa protectora fijada a la tapa del transformador.

Las posiciones del conmutador se indicarán con números en sentido horario. Los números deberán ser grabados y pintados en forma claramente visible. Donde el N° 1 se corresponderá con la mayor relación de transformación.

Se deberá poder bloquear el conmutador en cada posición de funcionamiento a efectos de evitar falsas maniobras. Para el retiro de dicho bloqueo no deberá ser necesaria la utilización de ninguna herramienta.

El conmutador estará construido de forma tal que no sea posible colocarlo en una posición intermedia, con el fin de evitar falsas posiciones.

El conmutador deberá soportar el pasaje de corrientes permanentes asociadas al 175 % del valor normal de la del transformador con su menor relación de transformación, sin que se produzcan sobrecalentamientos superiores a los admisibles.

Las posiciones de regulación serán cinco, con una extensión de tomas de $\pm 2,5 \%$ y $\pm 5 \%$ con relación a la principal.

Se tomarán todas las precauciones necesarias para asegurar el buen funcionamiento en el tiempo del conmutador especialmente en lo que se refiere a la estanqueidad del dispositivo y a los materiales empleados para evitar la presencia de corrosión electroquímica.

3.2.6.- TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO

Los valores de la tensión de cortocircuito nominal a la temperatura de referencia de 75°C y para la corriente nominal definida por la toma principal, serán 4% para 630 kVA y 6% para el resto.

3.2.7.- PÉRDIDAS, CORRIENTE EN VACÍO Y NIVELES DE RUIDO

Las pérdidas en vacío y debidas a la carga, la corriente en vacío y los niveles de ruido, correspondientes a los valores máximos en el punto nominal del conmutador, se indican en la tabla

Potencia nominal (kVA)	Pérdidas en vacío 100% U_n (W)	Pérdidas en carga (75°C) (W)	Nivel ruido Presión Acústica dB(A)	Corriente en vacío a 100 % U_n (% I nominal)
630	1.200	6.500	67	1,6
800	1.500	10.000	68	1,3
1.000	1.550	10.500	68	1,3
2.000	3.000	20.000	68	1,1

Notas:

- Las medidas del nivel de presión acústica se realizarán en las condiciones establecidas en la Norma IEC 60551 a una distancia de 0,3 m.
- No deberá haber condición de sobreexcitación mientras la relación tensión/frecuencia sea menor o igual 1,05 veces la misma relación para condiciones nominales.

3.2.8.- APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS

Los transformadores deberán soportar sin daño los efectos de cortocircuitos externos, siendo los valores de las sobrecorrientes y su duración los indicados en la tabla.

Potencia nominal (kVA)	Sobrecorriente (valor eficaz simétrico) expresada en múltiplo de la corriente nominal (1)	Duración (s)
630	25	3
800, 1.000, 2.000	16,7	3

(1) La amplitud de la primera cresta de la corriente asimétrica de ensayo, se determinará según se indica en la norma IEC 60076-5.

El cálculo de la temperatura alcanzada por los arrollamientos se efectuará conforme se indica en la Norma IEC 60076-5.

A los efectos que correspondan, el anexo A de la norma IEC 60076-5 se considera normativo y no sólo informativo.

3.3.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES

3.3.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES

La calidad de todos los materiales utilizados en la construcción de los transformadores (chapas, perfiles, fundiciones, bulonería, etc.) deberá poder soportar en perfectas condiciones el uso previsto para los mismos, durante el tiempo indicado de vida útil, teniendo en cuenta todas las condicionantes como ser, ambientales (ej. buena calidad de la pintura para evitar corrosiones), eléctricas (ej. características adecuadas del cobre para obtener buena conductividad) y mecánicas (ej. Características adecuadas de la chapa de la cuba para evitar deformaciones).

3.3.2.- NÚCLEO Y ARROLLAMIENTOS

El núcleo de los transformadores será de chapa magnética de acero al silicio de grano orientado de características anti-envejecimiento, que podrá estar apilada o arrollada. Opcionalmente se podrán construir de núcleo amorfo.

Los arrollamientos serán de cobre electrolítico o aluminio y podrán estar constituidos por bobinados en hélice o en banda. Tendrán aislación uniforme. El aislamiento será de clase A según la norma IEC 60085 o de mayor temperatura de funcionamiento.

La aislación del neutro de BT será la misma que la de los terminales de línea. Las conexiones a los aisladores y conmutadores serán provistos con dispositivos de bloqueos contra vibraciones.

El núcleo estará conectado eléctricamente a la tapa o a la cuba del transformador por medio de una conexión adecuada, fácilmente revisable mediante una elevación de la tapa que permita el acceso a la mencionada conexión.

El diseño será tal que la parte activa pueda ser extraída conjuntamente con la tapa de la cuba mediante izamiento de la misma.

3.3.3.- SISTEMA DE EXPANSIÓN DEL ACEITE AISLANTE

Los transformadores dispondrán de alguno de los siguientes sistemas de expansión del aceite aislante:

- a) Una cámara de aire bajo la tapa
- b) Una cuba elástica de llenado integral

El sistema de expansión será adecuado y suficiente para que la cuba pueda soportar los efectos de una variación de temperatura del aceite aislante de 100°C, partiendo de una temperatura inicial de 20°C, sin que se produzcan deformaciones permanentes en la misma.

3.3.4.- PASATAPAS

3.3.4.1.- PASATAPAS DE ALTA TENSIÓN

Los pasatapas de alta tensión corresponderán a los tipos que se indican en la Tabla.

Máxima tensión del equipamiento Um (kV)	Pasantapas de alta tensión	
	Norma	Designación
7,2	NO-DIS-MA-2007	PE1S (conector tipo C1S)
17,5	DIN 42531	DT20Nf250
24	NO-DIS-MA-2007	PE1S (conector tipo C1S)
36	DIN 42531	DT30Nf250

Para los transformadores con cámara de aire bajo tapa:

- los extremos inferiores de los pasatapas, para una temperatura del aceite de 0°C, deberán quedar sumergidos en el aceite aislante a una profundidad no inferior a 35 mm.
- Para la tensión de 36 kV se utilizarán pasatapas según la norma NBR 8445.

3.3.4.2.- PASATAPAS DE BAJA TENSIÓN

Los pasatapas de baja tensión cumplirán lo indicado en la DIN 42530 y lo indicado en la norma NO-DIS-MA-2007, de acuerdo a lo se indican en la Tabla.

Potencia nominal (kVA)	Pasatapas de baja tensión	
	Tensión secundaria nominal (kV)	Designación según norma DIN 42531 / DIN 42539 / NO-DIS-MA-2007
630	0,23	3/2000
	0,4	3/2000
800	6,3	DT10Nf250
1.000	0,23	3/3150
	0,4	3/2000
	6,5	PE1S (conector tipo C1S)
2.000	6,5	PE2S (conector tipo C2S)

Si corresponde, los transformadores objeto de esta Norma se suministrarán con la pieza de acoplamiento plana, tuercas y arandelas. Todos los pasatapas de clase 3,6 kV se suministrarán con sus paletas rectangulares de conexión de acuerdo a norma DIN 43675 según se indica:

DT2000: paleta FP2000

DT3150: paleta FP3150

3.3.5.- DESIGNACIÓN DE LOS BORNES

Mirando el transformador desde el lado de alta tensión, los bornes de baja tensión se designarán, de izquierda a derecha, por los símbolos siguientes:

2U - 2V - 2W - N

Correspondiendo el símbolo N al borne del neutro.

Mirando el transformador desde el lado de alta tensión, los bornes de alta tensión se designarán, de izquierda a derecha, por los símbolos siguientes:

1U - 1V - 1W

Todos los símbolos estarán marcados sobre la tapa de la cuba en forma indeleble, incluso a la intemperie, preferentemente en relieve y pintados de rojo. Tendrán una altura mínima de 20 mm y un ancho mínimo de 4 mm.

No se permitirán marcaciones que posibiliten problemas puntuales de corrosión (ej. chapas solamente soldadas en las esquinas).

A efectos de una mejor identificación, los aisladores correspondientes al neutro serán de un color diferente a los aisladores de las fases y en la tapa del transformador se pintará un anillo rodeando al aislador del neutro.

3.3.6.- CUBA Y TAPA

La parte activa de los transformadores estará contenida en una cuba cerrada en su parte superior por una tapa abulonada a la misma.

La cuba deberá estar sólidamente construida, siendo capaz de soportar sin deformaciones permanentes la sobrepresión y el vacío que puedan producirse en las condiciones extremas de servicio del transformador, y los efectos del transporte por caminos en malas condiciones.

La base y los elementos de refrigeración estarán diseñados para que pueda moverse fácilmente el transformador empleando una palanca y sin que se produzcan daños.

Sobre la tapa se dispondrán ganchos o cáncamos que permitan el desencubado del transformador y la suspensión total del mismo con el aceite aislante incluido y de modo que en tiro vertical no sea necesario desmontar ninguna parte ni accesorio del transformador. Los cáncamos para elevación del transformador tendrán un agujero de 40 mm de diámetro como mínimo.

La tapa de la cuba será horizontal y deberá sobresalir suficientemente del contorno de la cuba para evitar que el agua de lluvia se deposite en el borde de la junta de estanqueidad.

Deberá existir una conexión entre la tapa y la cuba, mediante un chicote adecuado ubicado en la zona de los aisladores de alta tensión.

La cuba dispondrá en su parte inferior de algún tipo de guías que eviten el contacto directo con el suelo mientras el transformador está en depósito.

Entre núcleo y fondo debe dejarse espacio suficiente para recoger los sedimentos.

3.3.7.- ACEITE AISLANTE

Las características del aceite nuevo, antes de llenar el transformador, serán las indicadas para la clase U –20°C en la Norma IEC 60296.

Los valores límite del aceite extraído del transformador, antes de someterse a carga alguna, serán los indicados en la tabla, de acuerdo a la norma IEC 60422.

Características	Valor límite	Método ensayo
Contenido en agua (mg/kg)	20 máx.	IEC 60733
Nº de neutralización (mg KOH/g)	0,03 máx.	IEC 60296
Tensión interfásica (N/m.10 ⁻³)	35 mín.	ISO 6295
Factor de pérdidas dieléctricas a 90°C (tgδ)	0,015 máx.	IEC 60247
Tensión de ruptura dieléctrica (kV)	55 mín.	IEC 60156
PCB (Polychlorinated Biphenyl)	< 2 ppm.	ASTM D4059

3.3.8.- ACCESORIOS

3.3.8.1.- INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE

Los transformadores con cuba elástica de llenado integral no llevarán indicador de nivel del líquido aislante.

Los transformadores con cámara de aire bajo la tapa llevarán dos indicadores del nivel de aceite colocados en las caras opuestas de mayores dimensiones de la cuba.

Estos indicadores llevarán una mirilla que permita observar el nivel de aceite a todas las temperaturas comprendidas entre 0°C y 100°C, así como una marca que señale el nivel que corresponda a 20°C.

Si el cumplimiento de la guía de carga de los transformadores (norma IEC 60076-7), imposibilita en algún caso la colocación de este tipo de nivel podrá utilizarse nivel de flotador.

3.3.8.2.- DISPOSITIVO DE LLENADO

Los transformadores llevarán sobre la tapa un dispositivo de llenado con rosca exterior de 1 pulgada, y serán provisto de tapa roscada. Este dispositivo estará situado en el lado opuesto al dispositivo de vaciado. Deberá poseer un filtro extraíble de forma que en caso de retirar el tapón del dispositivo, se evite el ingreso de suciedad a la cuba del transformador.

3.3.8.3.- DISPOSITIVO DE VACIADO Y TOMA DE MUESTRAS

Los transformadores llevarán en la parte inferior de la cuba un dispositivo de vaciado y toma de muestras consistente en un grifo con tapa metálica roscable de cierre hermético de diámetro 1 pulgada. Este dispositivo irá colocado en la cara lateral derecha mirando al transformador desde el lado de alta tensión.

3.3.8.4.- VÁLVULAS DE ALIVIO DE SOBREPRESIÓN

Los transformadores irán provistos de una válvula de alivio de sobrepresión, situada sobre la tapa, ubicada en diferente sitio que el dispositivo de llenado.

La sobrepresión de alivio de dicha válvula será de 50 kPa (0,5 bar) para cámara de aire bajo tapa y 25 kPa (0,25 bar) para cuba de llenado integral, con una tolerancia de $\pm 10\%$ y la sección de salida mínima será de 35 mm². Deberá poseer un sellado en posición normal y un resellado luego de la operación, de forma de evitar la entrada de aire al transformador en todo momento. Todos los materiales de construcción deberán ser inalterables a la corrosión, en especial el resorte de actuación deberá ser de acero inoxidable.

Para el caso de que el diseño así lo requiera se admitirá que la sobrepresión de alivio de dicha válvula sea de 0,8 bar (tolerancia de $\pm 10\%$ del valor garantizado) en cuyo caso el ensayo de control de estanqueidad y de resistencia a sobrepresión y a vacío se ensayará con una sobrepresión del 40% mayor a la de alivio de la válvula

La dirección de salida de los gases será hacia la tapa.

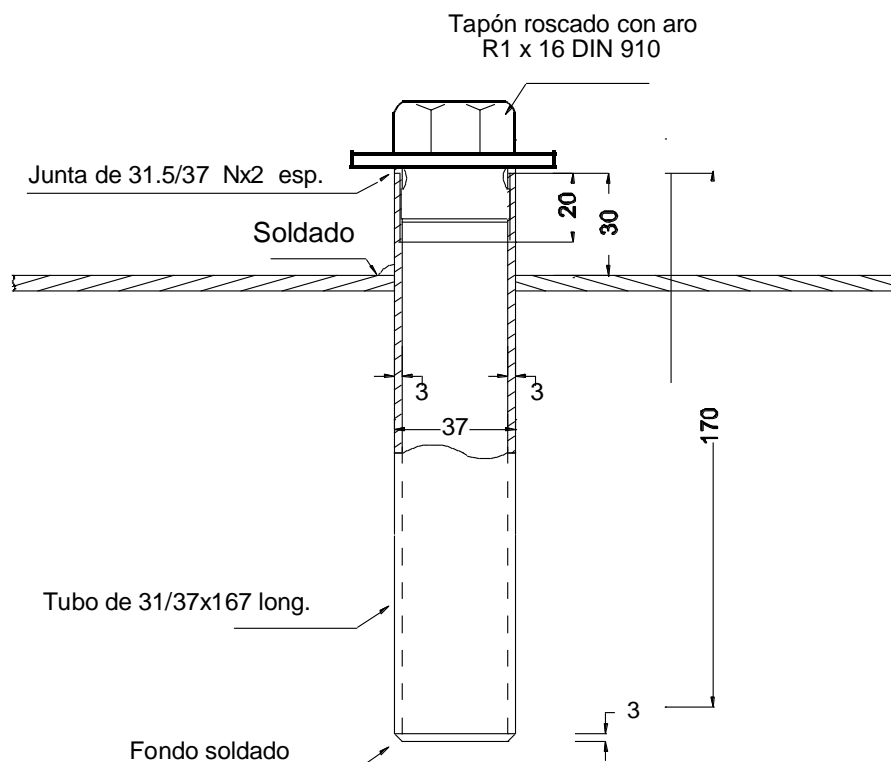
3.3.8.5.- DISPOSITIVO SENSOR DE TEMPERATURA

En los transformadores de potencia 630, 800, 1000 y 2000 kVA se suministrará un termómetro a cuadrante local indicador de la temperatura en el aceite del transformador en la parte superior de la cuba con un juego de contactos normalmente abierto con capacidad de 5 A a 230 V CA, bornera con identificación de uso cada uno de los bornes y regulación exterior del disparo entre 0 y 120 °C claramente identificada.

El dispositivo sensor de temperatura, se alojará en un dispositivo destinado a tal fin, que se describe en el siguiente punto.

3.3.8.6.- DISPOSITIVO DE ALOJAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA

El dispositivo sensor de temperatura, se alojará en un dispositivo destinado a tal fin, ubicado en la parte superior de la tapa de la cuba, junto a los bornes de baja tensión y próximo a un colector del radiador, si los hubiese y estará de acuerdo a la figura.



3.3.8.7.- TERMINALES DE PUESTA A TIERRA

Todas las cubas llevarán dos terminales de puesta a tierra, situadas en la parte inferior derecha de cada una de las caras de mayores dimensiones. Cada terminal estará previsto para prensar cable de cobre de 16-50 mm² de sección y será resistente a la corrosión. Los terminales de puesta a tierra estarán debidamente señalizados.

3.3.8.8.- RUEDAS PARA EL DESPLAZAMIENTO

Todos los transformadores tendrán ruedas sin pestañas, orientables en dos direcciones perpendiculares correspondientes a los dos ejes del transformador, de las dimensiones indicadas en la tabla.

Potencias nominales (kVA)	Diámetro de la rueda (mm)	Ancho de la llanta (mm)	Distancia entre ejes de rodadura en las dos direcciones (mm)
630 a 2000	125	40	670

3.3.8.9.- SEÑALIZACIÓN DE NO CONTENIDO DE PCB

En la tapa del transformador se colocará una señalización de 60 mm de ancho por 60 mm de alto, con la inscripción de la figura y en color negro.



La señalización será marcada sobre la tapa de la cuba en forma indeleble, no se admite adhesivo. No se permitirán marcaciones que posibiliten problemas puntuales de corrosión (ej. chapas solamente soldadas en las esquinas).

3.3.9.- CARACTERISTICAS DIMENSIONALES

3.3.9.1.- DIMENSIONES MÁXIMAS

Las dimensiones y pesos máximos de los transformadores, incluidas las partes más salientes y el aceite aislante, serán las indicadas en la tabla 10.

Potencia nominal (kVA)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Peso total (kg)
630	1600	1100	1870	2.400
800	1990	1190	2.200	3.000
1000	1990	1190	1900	3.400
2000	3000	1300	1900	6.100

3.3.9.2.- DISTANCIA ENTRE EJES DE PASATAPAS DE ALTA TENSIÓN

La distancia mínima entre ejes de pasatapas de alta tensión en su extremo superior será de 275 mm.

3.3.9.3.- DISTANCIA ENTRE EJES DE PASATAPAS DE BAJA TENSIÓN

La distancia mínimas entre ejes de pasatapas de baja tensión será la siguiente:

- para pasatapas de corriente nominal 200 A a 400 A 80 mm
- para pasatapas de corriente nominal 630 a 3150 A 150mm.

3.3.9.4.- DISTANCIA MÍNIMA FASE-FASE Y FASE-TIERRA

Las distancias mínimas en aire fase-fase y fase-tierra que podrán tener los transformadores serán las siguientes:

Tensión máxima del equipamiento (kV)	Distancia mínima (mm)
3,6	40
7,2	120
17,5	160
24	220
36	320

3.3.10.- TROPICALIZACIÓN, PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN Y COLOR DE PINTURA

Los transformadores y sus accesorios serán aptos para ser transportados, depositados y operados bajo condiciones tropicales de alta temperatura y humedad, lluvias abundantes y ambiente propicio a la propagación de hongos.

El proceso de tropicalización será responsabilidad del fabricante.

Las telas, corcho, papel etc. que deban protegerse por impregnación deberán tratarse con un fungicida. No deben usarse telas impregnadas en aceite de linaza o barniz de aceite de linaza.

Las superficies y dispositivos externos de los transformadores y las internas que no estén sumergidas en el aceite aislante, llevarán una adecuada protección anticorrosiva, que será además resistente a la acción del aceite empleado.

Los bulones y tuercas de fijación de la tapa del transformador, los herrajes de fijación de los aisladores pasantes y los soportes de los transformadores serán construidos de material resistente a la corrosión o cincados por inmersión en caliente.

3.3.10.1.- CINCADO

En cuanto a las superficies cincadas del transformador se procederá en todo de conformidad a la norma NO-DIS-MA-2205 Cincado.

3.3.10.2.- PINTURA

En cuanto a la pintura del transformador se procederá en todo de conformidad a la norma NO-DIS-MA-2201 Pintura para transformadores.

El color de la pintura de la capa exterior será en función de la tensión primaria máxima

- 7,2 kV azul RAL 5001
- 17,5 kV gris RAL 7001
- 24 kV verde RAL 6000
- 36 kV gris RAL 7035

4.- IDENTIFICACIÓN

Todos los transformadores llevarán una placa de características. Esta placa debe poder fijarse con bulones metálicos a cualquiera de las dos caras de mayores dimensiones del transformador. Para ello se colocarán, en ambas caras, los soportes adecuados.

La placa de características estará constituida por un material resistente a la intemperie (p.e. acero inoxidable) y todas las inscripciones serán grabadas (no se admiten placas con inscripciones pintadas o método similar).

Deberá contener las indicaciones siguientes:

- Transformador trifásico 50 Hz.
- Nombre del fabricante.
- Número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Potencia nominal.
- Tensiones nominales.
- Corrientes nominales.
- Pérdidas en carga y en vacío en la toma nominal
- Símbolo del grupo de conexión o, en su caso, del grupo de conexiones.
- Tensión de cortocircuito a corriente nominal y 75°C.
- Tipo de refrigeración: ONAN.
- Esquema de conexiones.
- Nivel de aislamiento (a 50 Hz y a impulsos).
- Peso total.
- Peso del aceite aislante.
- Calentamiento.
- Sobrepresión y vacío que es capaz de soportar la cuba del transformador.
- Datos sobre tomas distintas de la principal:
 - a) Potencia.
 - b) Tensión en vacío.
 - c) Corriente.
- N° de licitación de UTE.
- Fecha Estimada de vencimiento de la garantía (fecha estimada de recepción de UTE más el período de garantía).

Además se grabará también en la tapa del transformador, junto al neutro, la identificación del fabricante y el número de fabricación.

5.- ENSAYOS

Las condiciones generales y procedimientos para efectuar los ensayos se ajustarán a lo establecido en la Norma IEC 60076, excepto para aquellos en los que se indica expresamente la norma de aplicación.

Los valores obtenidos en los ensayos deberán corresponder a los solicitados por UTE o garantizados por el fabricante y estarán comprendidos dentro de los límites de tolerancia fijados en las normas referenciadas e indicados en la Tabla 11. Para el caso de las pérdidas en vacío y en carga, las tolerancias se medirán a partir de los mínimos entre los valores declarados por el fabricante y lo establecido en la presente norma.

TABLA 11

MAGNITUDES	TOLERANCIAS
Relación de transformación en vacío en la toma principal.	El menor de los dos valores siguientes: 1) $\pm 0,5$ % de la relación especificada. 2) Un porcentaje de la relación especificada igual a $\pm 1/10$ de la tensión de cortocircuito real a la corriente nominal expresada en tanto por ciento.
Corriente en vacío	+ 30 % del valor especificado a tensión nominal
Pérdidas: a) Totales. b) Parciales.	+ 10 % de las pérdidas totales indicadas. + 15 % de cada una de las pérdidas parciales indicadas, con la condición de que no se sobrepase la tolerancia de las pérdidas totales.
Tensión de cortocircuito para la toma principal.	± 10 % de la tensión de cortocircuito especificada
Nivel de ruido	Ninguna tolerancia.
Calentamiento.	Ninguna tolerancia.

UTE se reserva el derecho de repetir cualquiera de los ensayos de recepción y/o de tipo por su cuenta, en laboratorios propios o de terceros, reservándose el derecho de responsabilizar al fabricante por eventuales discrepancias entre los resultados obtenidos.

El protocolo de los ensayos de rutina deberá contener al menos la siguiente información y se deberá entregar antes de agendar la fecha de los Ensayos de Recepción::

- Identificación del fabricante
- Fecha de los ensayos
- Firma del responsable de laboratorio
- Normas de aplicación
- Características del transformador: potencia, tensión nominal primaria y secundaria, grupo de conexión, frecuencia
- Resistencia de los arrollamientos en todas las tomas, indicando los puntos de medida (fase-fase o fase-neutro y toma del conmutador) con su temperatura correspondiente, valor corregido a la temperatura de referencia.

- Pérdidas en el cobre: medida efectuada en la toma principal con su correspondiente temperatura, valor corregido a temperatura de referencia, valor garantizado.
- Tensión de cortocircuito: valor obtenido con su correspondiente temperatura, valor a la temperatura de referencia, valor garantizado.
- Pérdidas en vacío: medida efectuada con su correspondiente temperatura, valor a temperatura de referencia, valor garantizado.
- Corriente de vacío: medida efectuada, pasaje a porcentaje, valor garantizado
- Pérdidas totales: valor a temperatura de referencia, valor garantizado.
- Relación de transformación: para todos los puntos del conmutador valor teórico de la relación, valor medido y error correspondiente.
- Tensión aplicada: tensión, tiempo de aplicación y resultado
- Tensión inducida: tensión y frecuencia aplicada, tiempo de aplicación y resultado
- Estandarización: presión, tiempo de aplicación y resultado
- Resistencia de aislación: tensión y tiempo de aplicación con su correspondiente temperatura, valores medidos
- Ensayos de aceite: valores obtenidos para cada ensayo
- Pintura: espesores medidos y resultado del ensayo de adherencia
- Cincado: espesores medidos y resultado del ensayo de Perece
- Funcionamiento de accesorios: identificación del accesorios y resultado del ensayo

En todos los casos que existan medidas involucradas se deberá indicar la unidad de medida.

5.1.- ENSAYOS DE TIPO

5.1.1.- ENSAYO DE CALENTAMIENTO

Se realizará este ensayo de acuerdo a lo establecido en la IEC 60076.

5.1.2.- ENSAYO DE TENSIÓN DE IMPULSO TIPO RAYO NORMALIZADO

Se realizará este ensayo de acuerdo a lo establecido en la IEC 60076.

5.1.3.- MEDIDA DE DESCARGAS PARCIALES

Este ensayo se aplica para todos los transformadores que cuenten con aisladores tipo PE1S y PE2S, según lo especificado en la presente norma.

Las descargas parciales deberán ser medidas por un método acorde a lo establecido en la norma IEC 60270. Estas medidas se realizarán durante la aplicación de la secuencia de tensiones trifásicas que se indican a continuación, con los límites de descargas correspondientes:

Etapas	Tensión de ensayo	Duración	Límite de descargas
Medida de las descargas de fondo #1	$0.4 \times U_n$	-	80 pC
Cebado	$1.8 \times U_n$	Ver Nota (*)	-
Medida de descargas #1	$1.4 \times U_n$	5 min	250 pC
Medida de descargas #2	$1.2 \times U_n$	30 s	100 pC
Medida de las descargas de fondo #2	$0.4 \times U_n$	-	80 pC

Nota (*):

El tiempo de aplicación de la tensión de cebado será:

- 60 segundos, cuando la frecuencia de la tensión de ensayo sea menor o igual al doble de la frecuencia nominal.
- $120 \text{ s} \times (\text{frecuencia nominal} / \text{frecuencia de ensayo})$, con un mínimo de 15 segundos.

El cumplimiento de los criterios de aceptación se evaluará según el punto 11.3.5 de la norma IEC 60076-3.

5.1.4.- ENSAYOS DE CONTROL DE ESTANQUEIDAD Y DE RESISTENCIA A SOBREPRESIÓN Y A VACÍO

Estos ensayos se realizan a temperatura ambiente.

a) Ensayo de resistencia y de estanqueidad a la sobrepresión.

Se someterá el transformador a la siguiente sobrepresión:

- con cuba elástica de llenado integral: 250 mbar
- con cámara de aire bajo tapa: 600 mbar

Esta sobrepresión se aplicará por un medio apropiado que aumente progresivamente de cero al valor indicado, manteniendo luego este valor durante 30 min verificándose durante este tiempo la ausencia de fugas por cualquier medio apropiado, y que al final del ensayo no hayan aparecido deformaciones permanentes en el transformador.

b) Ensayo de resistencia al vacío, sólo para transformadores con cámara de aire bajo tapa.

Someterá el transformador a un vacío de 500 mbar, que se aplicará por un medio apropiado desde la presión atmosférica hasta el valor de ensayo. Alcanzado este valor se mantendrá durante 1 min. y a continuación se llevará el transformador a la presión atmosférica, verificando que no hayan aparecido deformaciones permanentes.

c) Evaluación

Se comprobará que las deformaciones permanentes producidas no son superiores al 0,3 % de la mayor dimensión del elemento comparado sin que además el nivel de aceite, si lo hubiera, descienda del mínimo establecido.

Cuando esta deformación sea superior, se repetirán los ensayos tomando como dimensión inicial la que tuviera el elemento después de la primera aplicación. La duración de los ensayos en este caso será sólo de 1 min, transcurrido el cual se comprobará que la deformación no es superior al 0,3 %.

5.1.5.- ENSAYO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE AISLANTE

Las muestras de aceite se tomarán de la parte inferior de la cuba. Bajo el procedimiento de la norma IEC 60475.

5.1.6.- ENSAYO DE CALIDAD DEL CINCO (NO-DIS-MA-2205).

5.1.7.- ENSAYOS DE LA PINTURA

Los ensayos de tipo de la pintura son los establecidos en la norma NO-DIS-MA-2201 Pintura para transformadores.

5.1.8.- MEDIDA DEL NIVEL DE RUIDO

Este ensayo se realizará de acuerdo a la norma IEC60076-10, comprobándose que no son superados los valores máximos establecidos

5.1.9.- VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS PRESENTADOS POR EL FABRICANTE

Se verificará la conformidad con los planos constructivos presentados ante UTE previo a la fabricación.

5.1.10.- APTITUD PARA SOPORTAR CORTOCIRCUITOS

Este ensayo se realizará de acuerdo a la IEC60076-5, utilizando una fuente trifásica.

5.2.- ENSAYOS DE RUTINA O INDIVIDUALES

Serán efectuados por el fabricante sobre cada uno de los transformadores que componen un lote, debiendo facilitar a UTE los correspondientes protocolos una semana antes del inicio de la realización de los ensayos de recepción. Se realizarán conforme a lo establecido en la presente norma y a la IEC60076.

Comprenden los siguientes:

5.2.1.- MEDIDA DE LA RESISTENCIA ÓHMICA DE LOS ARROLLAMIENTOS EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDA A 75°C

Se efectuarán las medidas de las resistencias de los arrollamientos, en caso de tener neutro accesible, entre fase y neutro para la baja tensión y para la alta tensión en el punto nominal del conmutador. En caso de no tener neutro accesible se tomará la medida fase a fase. La variación máxima permitida entre la medida máxima y la medida mínima de cada fase para un mismo transformador será de un 10%.

5.2.2.- MEDIDA DE LA RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN EN CADA TOMA Y VERIFICACIÓN DEL GRUPO DE CONEXIONES

5.2.3.- MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS Y DE LA CORRIENTE EN VACÍO A TENSIÓN NOMINAL Y EN LA TOMA PRINCIPAL

5.2.4.- MEDIDA DE LAS PÉRDIDAS DEBIDAS A LA CARGA EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDAS A 75°C

5.2.5.- MEDIDA DE LA TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO EN LA TOMA PRINCIPAL, REFERIDA A 75°C.

5.2.6.- ESTANQUEIDAD

Para la realización de este ensayo se someterá a la cuba a una sobrepresión de 250 o 600 mbar en el caso de transformadores de cuba elástica o de cámara de aire respectivamente, por un período de 30 minutos, con la válvula de seguridad colocada y trancada. En forma previa al período de 30 minutos, se verificará la presión de apertura de la válvula.

Para que este ensayo se considere satisfactorio, se comprobará la ausencia de fugas y que no se produzcan deformaciones permanentes.

5.2.7.- ENSAYO DE TENSIÓN APLICADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL

El circuito para la realización del ensayo deberá poseer un amperímetro visible, de una sensibilidad adecuada, que mida la corriente consumida durante el ensayo, no siendo necesario su registro.

5.2.8.- ENSAYO DE TENSIÓN INDUCIDA

El circuito para la realización del ensayo deberá poseer un amperímetro visible, de una sensibilidad adecuada, que mida la corriente consumida durante el ensayo, no siendo necesario su registro.

5.2.9.- VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONMUTADOR DE TOMAS Y DE LOS ACCESORIOS

Con respecto al conmutador se verificará la ausencia de ángulos muertos, de juego excesivo y de puntos intermedios. El conmutador será movido 4 veces en forma horaria y antihoraria en cada punto antes de la medida.

Se probará el correcto funcionamiento de todos los accesorios, incluyendo termómetro y válvula de seguridad.

5.2.10.- ENSAYOS DE ACEITE

Se comprobarán las características del aceite, especialmente el contenido de PCB mediante una cromatografía de gases. Las muestras de aceite se tomarán de la parte inferior de la cuba. En el caso que el ensayo de PCB no pueda ser realizado en fábrica, se lacrará la muestra debiendo quedar constancia del lacrado en el protocolo del resultado del laboratorio independiente.

5.2.11.- VERIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE PINTURA (NO-DIS-MA-22.01)

5.2.12.- CINCADO (NO-DIS-MA-2205)

Se realizará el ensayo de espesor del revestimiento.

5.2.13.- RESISTENCIA DE LA AISLACIÓN

Los ensayos se realizan MT/BT+masa, MT/BT y BT/MT+masa. Cada uno de los ensayos se realizará con 5000 V durante 1 minuto, debiendo los valores ser mayores a 1000 MΩ a 20°C. Los valores deberán ser estables y sin pérdida de resistencia de aislación en el tiempo.

5.3.- ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Salvo acuerdo en contrario, los ensayos a efectuar en la recepción de transformadores se llevarán a cabo en los laboratorios del fabricante.

UTE podrá designar un inspector que presenciara los ensayos de recepción sobre una muestra que elegirá de la partida. Como ensayo de recepción se realizarán los siguientes ensayos:

- repetición de los ensayos de rutina sobre la muestra
- ensayo de impulso sobre toda la muestra (una reducida y una plena por fase, la posición del conmutador será determinada por el inspector de UTE)
- ensayo de calentamiento hasta un transformador de cada tipo
- medida de descargas parciales sobre toda la muestra en caso de que corresponda
- ensayo de aptitud para soportar cortocircuito sobre un transformador
- inspección visual de la parte activa

El contenido de PCB se comprobará mediante una cromatografía de gases. En el caso que el ensayo de PCB no pueda ser realizado en fábrica, se lacrará la muestra debiendo quedar constancia del lacrado en el protocolo del resultado del laboratorio independiente.

El muestreo de los ensayos de aceite se realizará después de los ensayos dieléctricos.

El valor de la resistencia de aislación al minuto durante la recepción no es necesario registrarlo, sólo la verificación que la resistencia es mayor a 1000 MΩ

El ensayo de aptitud de soportar cortocircuitos se realizará sobre un transformador del total de transformadores del contrato, elegido por el inspector, el cual lo lacrará para su identificación, y del cual deberá quedar constancia en el protocolo del ensayo. El ensayo de cortocircuito se realizará en presencia de inspector de UTE o laboratorio independiente. El protocolo del ensayo de aptitud de cortocircuito debe incluir fotos de la parte activa y planos completos del transformador ensayado.

En caso de falla del ensayo, el fabricante deberá diagnosticar las mejoras, corregir en una nueva máquina, volver a realizar el ensayo y en caso que resulte satisfactorio, corregir en todos los transformadores del contrato. La unidad a ensayar podrá ser entregada a UTE a posteriori de la fecha de entrega prevista para el lote de donde fue extraída la unidad.

Se exime de la exigencia del ensayo de cortocircuito en la recepción, cuando hayan realizado un ensayo anterior al suministro (hasta 5 años) que cumpla con la siguiente doble condición en forma simultánea:

- acrediten el cumplimiento total de los criterios de similitud establecidos en el anexo b de la IEC 60076-5 (entre el ensayo presentado y la totalidad de los trafos adjudicados).
- el ensayo presentado haya sido realizado para un transformador suministrado a UTE.

La inspección visual de la parte activa se realiza sobre un máximo del 25% de la muestra de cada ítem con un mínimo de 2, y consiste en la comprobación de al menos los siguientes puntos:

- correspondencia con diseños aprobados (fotos y planos)
- uniformidad de producción entre unidades
- calidad de ejecución⁷⁷
- calidad de las soldaduras
- firmeza de las conexiones al conmutador
- firmeza de las conexión de baja tensión
- parte activa apoyada en fondo de cuba
- limpieza del aceite
- adherencia de pintura interior
- correcto encintado de conductores de MT
- cantidad mínimas de uniones en conexiones
- rigidez y uniformidad de conexiones
- verificación de flexibilidad del papel aislante (no debe estar quebradizo) para verificar que durante el proceso de secado no se sobrecalentaron los aislantes. En caso de duda se tomará una muestra del papel y se realizará la medida del nivel de grado de polimerización (mínimo aceptable de 200)
- funcionamiento del conmutador (ausencia de ángulos muertos, juego excesivo y puntos intermedios).

La elección de las muestras se realizará tomando en cuenta en cada lote de transformadores aquellos con las mismas potencias nominales.

Los ensayos se realizarán en el siguiente orden:

1. Inspección visual de la parte activa
2. Calentamiento
3. Impulso
4. Aplicada a frecuencia industrial
5. Tensión inducida
6. Resistencia de aislación
7. Funcionamiento del conmutador, protecciones y accesorios; Resistencias; Pérdidas; Relación; Sobrepresión; Pintura; Cincados; Aceite.

Para los ensayos de rutina en los cuales se obtiene un valor (ejemplo ensayo de pérdidas) se verificará la coincidencia de los valores obtenidos con los que constan en los protocolos de ensayos realizados por el fabricante. Si para alguna de las medidas se presentara una diferencia mayor de un 3 % (10 % para medidas de corriente de vacío) se repetirán los ensayos de rutina en presencia del inspector de UTE sobre todos los transformadores de la partida.

El tamaño de la muestra es de acuerdo a la tabla de muestreo, considerando como lote al conjunto de los transformadores a entregar con iguales potencias nominales. Si el número de unidades indicado para la muestra resultase superior al del lote, entonces se ensayará

todo él.

Tamaño del lote (número de unidades)	Tamaño de la muestra (número de unidades)	Núm. de aceptación	Núm. de rechazo
1-50	5	0	1
51-90	8	0	1
91-150	13	0	1
151-280	20	0	1
281-500	32	0	1
501-1200	50	0	1

Se deberá prever la posibilidad de precintar los transformadores luego de la realización de los ensayos de recepción.

Se considerará aceptable el lote en cuestión, cuando no se halle defecto alguno en las unidades de la correspondiente muestra. El lote será rechazado si se halla uno o más defectos.

En caso de rechazo del lote por algún defecto detectado en los ensayos de tipo, UTE podrá aceptar las unidades de dicho lote, previo ensayo de cada una de ellas realizado a cargo exclusivo del fabricante, rechazándose definitivamente las que presenten algún defecto.

Para comprobar las características del aceite aislante de los transformadores, se agruparán todos los distintos tipos de transformadores a recibir en un único lote y se seleccionará una muestra según la tabla de muestreo con una cantidad mínima de 8 elementos para la prueba de rigidez dieléctrica, tensión interfacial y contenido de agua del aceite, una cantidad igual a la mitad de dicha muestra para el N° de neutralización y el factor de pérdidas dieléctricas ($\tan \delta$) y una unidad para el contenido de PCB.

5.4.- ENSAYOS POSTERIORES AL TRANSPORTE

Una vez llegados los materiales a los almacenes de UTE, se realizarán los siguientes ensayos sobre una cantidad igual al doble de la muestra correspondiente:

- Resistencia de aislación
- Medida de la resistencia de óhmica de los bobinados de baja tensión y de alta tensión en todos los puntos del conmutador

Los ensayos considerados se harán de acuerdo a lo indicado en los ensayos de rutina.

6.- EMBALAJE PARTICULAR

Cada transformador deberá entregarse dentro de una estructura de madera de forma tal que el material resista sin daño alguno las solicitaciones a las que será sometido durante su transporte o movimiento. Estas estructuras deberán confeccionarse de forma tal que no se desarmen o deformen por las solicitaciones mencionadas.

Cada estructura de madera deberá tener 3 tacos de apoyo, paralelos y equidistantes, de 10cm de altura libre y de entre 10 y 14cm de ancho.

A cada estructura deberá colocársele 2 etiquetas plastificadas tamaño A4 ubicadas en lados no opuestos, en las cuales deberá constar:

Código UTE del material
Descripción del material
Número de compra

Este embalaje deberá cumplirse, aún en el caso de que la entrega del material se efectúe en contenedores.

Además, deberán cumplirse las demás exigencias de embalaje establecidas en el Pliego Particular.

7.- CÓDIGOS UTE

Código	Descripción
013627	Transformador trifásico 6,3/0,23 kV 630 kVA
013629	Transformador trifásico 6,3/0,23 kV 1000KVA
013638	Transformador trifásico 6,3/0,4 kV 630 kVA
013654	Transformador trifásico 15/0,23 kV 630 kVA
013656	Transformador trifásico 15/0,23 kV 1000 kVA
051718	Transformador trifásico 15/0,4 kV 630 kVA
056324	Transformador trifásico 15,75/6,3 kV 0,8 MVA
052428	Transformador trifásico 21,5/0,4 kV 630 kVA
052429	Transformador trifásico T.P TRIF 21,5/0,4 kV 1000 kVA
089716	Transformador trifásico 21,5/6,5 kV 1000 kVA
056825	Transformador trifásico 21,5/6,5 kV 2000 kVA

8.- NORMAS DE REFERENCIA

IEC 60076-1 – Ed. 2.1 (2000-04): “Power transformers – Part 1: General”
IEC 60076-2 – Ed. 2.0 (1993-04): “Power transformers – Part 2: Temperature rise”
IEC 60076-3 – Ed. 3.0 (2013-07): “Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air”
IEC 60076-5 – Ed. 3.0 (2006-02): “Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit”
IEC 60076-7 – Ed. 1.0 (2005-12): “Power transformers – Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers”
IEC 60076-10 – Ed. 1.0 (2001-05): “Power transformers – Part 10: Determination of sound levels”
IEC 60085 – Ed. 2.0 (1984-01): “Thermal evaluation and classification of electrical insulation”
IEC 60156 – Ed. 2.0 (1995-08): “Insulating liquids – Determination of the breakdown voltage at power frequency – Test method”
IEC 60247 – Ed. 2.0 (1978-01): “Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and d.c. resistivity of insulating liquids”
IEC 60270 – Ed. 3.0 (2000-12): “High-voltage test techniques – Partial discharge measurements”
IEC 60296 – Ed. 2.0 (1982): “Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear”
IEC 60422 – Ed. 4.0 (2013-01): “Mineral insulating oils in electrical equipment – Supervision and maintenance guidance”
IEC 60475 – Ed. 2.0 (2011-10): “Method of sampling insulating liquids”
IEC 60616 – Ed. 1.0 (1978-01): “Terminal and tapping markings for power transformers”
IEC 60733 (1982): “Method for determination of water in insulating oils, and in oil-impregnated paper and pressboard”
IEC 61936-1 – Ed. 2.0 (2010-08): “Power installations exceeding 1 kV a.c. – Part 1: Common rules”
ISO 6295 (1983): “Petroleum products - Mineral oils - Determination of interfacial tension of oil against water - Ring method”
ASTM D4059-00: “Standard Test Method for Analysis of Polychlorinated Biphenyls in Insulating Liquids by Gas Chromatography”
DIN 42531 (September 1968) “Transformers. Bushings for Indoor and Outdoors Types. Insulation Classes 10 N to 30 N, 250 A”
DIN 42539 (1968) “Transformers. Bushings for Indoor and Outdoors Types. Insulation Classes 3 N for 250 A to 3150 A”
DIN 43675-1 (1975-09): “Rectangular-section connectors for terminal studs rated between 400 and 3150 A for power transformer- and wallbushings below 60 kV ”
NBR 5435 (4/1984): “Bucha para transformadores sem conservador de óleo - Tensão nominal 15 kV e 25,8 kV - 160 A - Dimensões”
NBR 5437 (4/1984): “Bucha para transformadores sem conservador de óleo - Tensão nominal 1,3 kV - 160 A, 400 A e 800 A - Dimensões”
NBR 8445 (Abr/1984): “Bucha para transformadores sem conservador de óleo – Tensão nominal 38 kV – 160 A - Dimensões”
Norma UTE NO-DIS-MA 22.05 – “Cincado”
Norma UTE NO-DIS-MA 22.01 – “Pintura para Transformadores”

9.- PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

DATOS GENERALES:

1. País de origen:
2. Fabricante:
3. Cumple norma de UTE:

Tipo de transformador	Norma de UTE	Cumple	No cumple
MT/BT trifásico para caseta	NO-DIS-MA-4501		
MT/BT trifásico tipo bitensión	NO-DIS-MA-4503		
MT/BT trifásico tipo configurable	NO-DIS-MA-4508		
Cincado	NO-DIS-MA-2205		
Pintura	NO-DIS-MA-2201		

4. Localidad de inspección:
5. Puerto de embarque:
6. Plazo de garantía 2 años: SI_____ NO_____
7. Modelo según fabricante:

DATOS ELECTRICOS:

1. Frecuencia 50Hz: SI_____ NO_____
2. Relación de transformación en vacío (kV/kV) en el punto medio:

Relación	Marque lo que corresponda
6,3/0,23	
6,3/0,4	
15/0,23	
15/0,4	
21,5/0,4	
6,3/0,23-0,40 configurable	
6,3/0,23-0,40 bitensión	
15/0,23-0,40 configurable	
15/0,23-0,40 bitensión	
21,5/0,23-0,4 configurable	
21,5/0,23-0,4 bitensión	
15,75/6,3	
21,5/6,5	

3. Posee 5 puntos de regulación de $\pm 2,5\%$ y $\pm 5\%$: SI_____ NO_____
4. Tipo de conexión YNd11 para transformador 15,75/6,3 kV y Dyn 11 para el resto excepto para los transformadores configurables: SI_____ NO_____
5. Variación máxima de temperatura respecto a la ambiente en:
- Capa superior del aceite menor a 60°C: SI_____ NO_____
- Arrollamientos valor medio menor a 65°C: SI_____ NO_____
- Arrollamientos punto más caliente menor a 78°C: SI_____ NO_____

6. Potencia nominal ONAN:

Potencia (kVA)	Marque lo que corresponda
630	
800	
1000	
2000	

7. Cumple niveles de aislamiento indicados en la tabla: SI_____ NO_____

Tensión nominal del equipamiento (U_n) (kV)	Tensión máxima del equipamiento (U_m) (kV _{ef})	Tensión soportada a frecuencia industrial, 1 min (kV_{ef})	Tensión soportada a impulso 1,2/50 μs (kV_{cr})
0,23 – 0,4	3,6	10	20
6,3 – 6,5	7,2	20	60
15	17,5	38	95
21,5	24	50	125

8. Cumple que la tensión de cortocircuito en tap principales es 4% para trafos de 630kVA y 6% para el resto: SI_____ NO_____

9. Las pérdidas en el punto nominal, niveles de ruido y corrientes de vacío son inferiores a las indicadas en la siguiente tabla: SI_____ NO_____

Potencia nominal (kVA)	Pérdidas en vacío 100% U_n (W)	Pérdidas en carga a 75°C (W)	Nivel de ruido Presión Acústica dB(A)	Corriente en vacío (% de I_n) (100% U_n)
630	1.200	6.500	67	1,6
800	1.500	10.000	68	1,3
1.000	1.550	10.500	68	1,3
2.000	3.000	20.000	68	1,1

10. Valor de pérdidas en vacío (W):

11. Valor de pérdidas debidas a la carga en el punto nominal (W):

12. Nivel de ruido – Presión acústica a 0,3 m (dBA):

13. Corriente de vacío (% de la nominal):

14. Cumple que la corriente de cortocircuito soportada 3s sea al menos 25 veces la corriente nominal para los transformadores de 630kVA y 16,7 veces para el resto:

SI_____ NO_____

15. Cumple el regulador con soportar una corriente permanente de 175% de la corriente nominal del transformador:

SI_____ NO_____

16. Los pasatapas de AT cumplen con la siguiente tabla: SI_____ NO_____

Máxima tensión del equipamiento Um (kV)	Pasatapas de alta tensión	
	Norma	Designación
7,2	NO-DIS-MA-2007	PE1S (conectador tipo C1S)
17,5	DIN 42531	DT20Nf250
24	NO-DIS-MA-2007	PE1S (conectador tipo C1S)
36	DIN 42531	DT30Nf250

17. Los pasatapas de BT cumplen con la siguiente tabla (excepto para los transformadores configurables y bitensión):

SI_____ NO_____

Potencia nominal (kVA)	Pasatapas de baja tensión			
	Tensión secundaria (V)	Norma	Designación	Paletas de conexión DIN43675
630	230	DIN42530	DT2000	FP2000
	400	DIN42530	DT2000	FP2000
800	6.300	DIN42531	DT10Nf250	-----
1.000	230	DIN42530	DT3150	FP3150
	400	DIN42530	DT2000	FP2000
	6.500	NO-DIS-MA-2007	PE1S (conectador tipo C1S)	-----
2.000	6.500	NO-DIS-MA-2007	PE2S (conectador tipo C1S)	-----

DATOS CONSTRUCTIVOS:

1. Cumple con las dimensiones y pesos máximos de la tabla: SI_____ NO_____

Potencia nominal (kVA)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Peso total (kg)
630	1.600	1.100	1.870	2.400
800	1.990	1.190	2.200	3.000
1.000	1.990	1.190	1.900	3.400
2.000	3.000	1.300	1.900	6.100

2. Longitud (mm):

3. Ancho (mm):

4. Altura (mm):

5. Peso total (kg):

6. Peso del aceite (kg):

7. Peso del núcleo (kg):

8. Peso de los arrollamientos (kg):

9. Sistema de expansión del aceite aislante:

Sistema	Marque lo que corresponda
Cámara bajo tapa	
cuba elástica de llenado integral	

10. El transformador soporta una sobrepresión de 250mbar en el de cuba elástica o de 600mbar en los de cámara de aire: SI_____ NO_____

11. Cumple el color del transformador la siguiente tabla: SI_____ NO_____

Tensión primaria máxima	Color
7,2 kV	azul RAL 5001
17,5 kV	gris RAL 7001
24 kV	Verde RAL 6000
36 kV	Gris 7035

ACCESORIOS:

1. Los transformadores trifásicos de cámara de aire poseen dos indicadores del nivel de aceite: SI_____ NO_____
2. Dispositivo de llenado con rosca exterior de 1": SI_____ NO_____
3. Dispositivo de vaciado y toma de muestras de 1": SI_____ NO_____
4. Válvulas de alivio de sobrepresión de 0,5 bar para transformadores con cámara de aire bajo tapa y 0,25 bar para transformadores con cubas de llenado integral: SI_____ NO_____
5. Dispositivo sensor de temperatura para todos los transformadores: SI_____ NO_____
6. Terminales de puesta a tierra para prensar conductores de 16 a 50mm² de Cu: SI_____ NO_____
7. Ruedas para desplazamiento conforme a la siguiente tabla: SI_____ NO_____
9. Placa características de acuerdo a norma: SI_____ NO_____
11. Dispositivos de fijación de descargadores: SI_____ NO_____
12. Posee previsión para colocar precintos: SI_____ NO_____
13. Posee chicote entre la tapa y la cuba: SI_____ NO_____
14. Posee marca de "No PCB": SI_____ NO_____

ENSAYOS DE TIPO:

1. Cumple ensayo de calentamiento: SI_____ NO_____
2. Cumple ensayo de impulso tipo rayo normalizado: SI_____ NO_____
3. Cumple ensayo de estanqueidad y de resistencia a sobrepresión y vacío: SI_____ NO_____
4. Cumple ensayo de características de los aceites aislantes: SI_____ NO_____
5. Cumple que el contenido de PCB es menor a 2 ppm: SI_____ NO_____
6. Cumple ensayo de calidad de cincado: SI_____ NO_____
7. Cumple ensayo de medida de nivel de ruido: SI_____ NO_____

8. Cumple ensayo de aptitud a soportar corriente de cortocircuito: SI_____ NO_____

9. Ensayos de pintura:

Cumple ensayos de niebla salina ASTM B 117 - 90: SI_____ NO_____

Cumple ensayos de humedad: SI_____ NO_____

Cumple ensayos de adherencia: SI_____ NO_____

Cumple ensayos de brillo: SI_____ NO_____

Cumple ensayos de resistencia al aceite aislante: SI_____ NO_____

Firma de Ingeniero Responsable:

No se admitirán desviaciones a los valores declarados en esta Planilla de Datos Garantizados

PINTURA:

En caso de usar el método de referencia:

1. Fondo

1.1 Material:

1.2 Rango de espesor:

2. Capa intermedia

2.1 Material:

2.2 Rango de espesor:

3. Terminación

3.1 Material:

3.2 Rango de espesor:

En caso de usar un método alternativo:

1. Descripción del método:

2. Normas:

3. Preparación de superficie:

4. Definición de componentes de cada capa del esquema de pintura:

5. Rango de espesor de cada capa:



10.- ANEXOS

No aplica.